

(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent  
Application Publication Number

(12) Japanese Unexamined Patent  
Application Publication (A)

**S58-202448**

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 03 F 7/20  
9/00

Identification codes

FI

7124 - 2H  
7124 - 2H

(43) Publication date November 25, 1983

No. of Inventions: 1

Request for examination: Not yet requested

(Total of 4 pages)

(21) Japanese Patent  
Application No.:

S57-84784

Hitachi Ltd. Central Research  
Laboratory  
1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-  
shi

(22) Date of Application: May 21, 1982

(72) Inventor

KUROSAKI, TOSHISHIGE  
Hitachi Ltd. Central Research  
Laboratory  
1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji-  
shi

(72) Inventor

KAWAMURA, YOSHIO  
Hitachi Ltd. Central Research  
Laboratory  
1-280 Higashikoigakubo,  
Kokubunji-shi

(71) Applicant

HITACHI LTD.  
1-5-1 Marunouchi, Chiyoda-ku,  
Tokyo/  
4-6 Kanda Surugadai, Chiyoda-ku,  
Tokyo

(72) Inventor

TAKANASHI, AKIHIRO  
Hitachi Ltd. Central Research  
Laboratory  
1-280 Higashikoigakubo,  
Kokubunji-shi

(74) Representative

Toshiyuki Usuda, patent attorney

(72) Inventor

KUNIYOSHI, SHINJI

*continued on the last page*

Specification

Title of the Invention: Exposure Apparatus

Scope of Patent Claim

1. An exposure apparatus that detects via a lens system a first pattern of a substrate in which a photosensitive material layer is formed on the first pattern and that performs alignment of a second pattern, which is to expose the photosensitive material layer, with the first pattern and that causes exposure of the photosensitive material using the second pattern; characterized in that it is configured by interposing an optically transparent liquid layer between the lens system and the substrate and bringing the lens system into contact with the liquid layer via an optically parallel and transparent plate-shaped member.

Detailed Explanation of the Invention

The present invention relates to improvements to an exposure apparatus used in manufacturing processes such as those for semiconductor integrated circuits, etc.

In a semiconductor exposure apparatus that, after observation of the pattern on the semiconductor substrate, on which a first detailed pattern has been drawn, and relative alignment are performed, projects a second pattern, the first pattern to be observed has a bump-shaped form that has irregularity, and a photoresist layer, which is a photosensitive material, is formed on that bump-shaped pattern. However, this photoresist layer is such that irregularity is produced according to the irregularity of the first pattern to be observed, and the coating thickness thereof becomes no longer uniform, and when observation light is irradiated, the reflected light from the semiconductor substrate and the incident light going to the semiconductor substrate interfere with each other, interference fringes resulting from the differences in film thickness of the resist layer are produced, and this leads to malfunctions in terms of observation optics.

Therefore, the purpose of the present invention is to provide an exposure apparatus that detects the position of the first pattern with high accuracy by reducing the effect of interference fringes produced due to the differences in

film thickness of the photoresist layer formed on a substrate that has a first pattern and that exposes the second pattern correctly.

In order to achieve the aforementioned purpose, the present invention is an exposure apparatus that detects via a lens system a first pattern of a substrate in which a photosensitive material layer is formed on the first pattern and that performs alignment of a second pattern, which is to expose the photosensitive material layer, with the first pattern and that causes exposure of the photosensitive material layer using the second pattern; characterized in that it is configured by interposing an optically transparent liquid layer between the lens system and the substrate and bringing the lens system into contact with the liquid layer via an optically parallel and transparent plate-shaped member.

Through the present characteristic configuration of the present invention, it is possible to restrict the effects of interference fringes attributable to irregularity in the film thickness of the photoresist layer, so it is possible to correctly detect the position of the pattern on the substrate. As a result, it has become possible to provide an exposure apparatus capable of high accuracy exposure.

The present invention will be explained in detail below while referring to all of the embodiments.

FIG. 1 shows the basic configuration of an exposure apparatus resulting from the present invention. The exposure apparatus comprises a light source 1, a condenser lens 2, a reticle 3 on which an enlarged pattern has been drawn, and a reduction projection lens 4, and it forms the desired pattern on a wafer 5 by projecting the pattern drawn on the reticle 3 to a photoresist layer, which is a photosensitive material coated onto the semiconductor wafer 5 that is the substrate.

In general, for semiconductor devices, it is necessary to perform high accuracy alignment of various circuit patterns several times and perform exposures superimposingly. To perform the exposures superimposingly, the position of a first pattern 7 formed in advance is detected by detection optical systems 8, 11, a movable base 9 on which the wafer 5 has been placed is driven, positioning of the wafer 5 to the desired position is performed, and exposure is performed in the correct alignment with the second pattern formed on the reticle 3. Normally, the first pattern 7 discussed above forms an irregular bump shape, so the surface shape of the photoresist layer 6 for exposing the second pattern of the reticle 3 also produces irregularity (film thickness differences) as shown in the irregularity of the first pattern 7.

The detection optical systems 8, 11 of the position of the first pattern 7 detect the first pattern 7 via a reduction projection lens 4. In general, reduction projection lenses with high resolving power used in exposure apparatuses are designed for a single wavelength of light, so the light used in the detection optical systems 8, 11 also uses a single wavelength of light. When a single wavelength of light is used to detect the first pattern 7 via a transparent photoresist layer 6, the reflected light from the surface of the wafer 5 and the incident light going to the wafer 5 interfere with each other, interference fringes that correspond to the difference of film thickness of the photoresist layer 6 are produced at the interface at which medium with different refractive indices come into contact, such as the photoresist layer and the air layer. These interference fringes become shaded line shapes, so it is difficult to distinguish them from the contours of the first pattern 7, which becomes a cause of detection error, and, as a result, this becomes a factor that causes deterioration of alignment accuracy. Particularly in the case where film thickness differences (irregularity) 10 of a photoresist layer 6 with a shape that is completely similar to the shape of the first pattern 7 are obtained, interference fringes are used to detect the position of the first pattern 7, and it is also possible to infer the pattern position from this, but, in actuality, it is not possible to obtain the film thickness differences (irregularity) 10 of a photoresist layer 6 with a shape similar to a first pattern 7 that has bumps.

Therefore, in the present invention, the occurrence of interference fringes resulting from film thickness differences (irregularity) 10 of the photoresist layer 6 discussed above is reduced to improve detection accuracy of the first pattern 7, so it is configured in the following way. In order to reduce the occurrence of interference fringes, the difference in the refractive indices at the interface where the surface of the photoresist layer 6 and the liquid layer 12 come into contact becomes smaller due to the fact that the surface of the photoresist layer 6 is covered by a liquid layer 12 that has a refractive index that is nearly equal to the refractive index of the photoresist layer 6, and the occurrence of interference fringes at the surface of the photoresist layer 6 can be reduced. However, in a static status, the surface of the liquid layer 12 becomes a free surface, so it is flat, but in the case of use as an exposure apparatus, the movable base 9 on which the wafer 5 has been placed steps and repeats at high speed, so a problem occurs in that the surface of the liquid layer 12 undulates. Therefore, in order to always keep the surface of the liquid layer 12 flat with respect to the reduction projection lens 4, in the present invention, an optically parallel and transparent glass plate 13 is provided at the lower end of the reduction projection lens 4. The glass plate 13 maintains a status in which it is always in contact with the liquid layer 12. The reduction projection lens 4 and the glass plate 13 are partitioned by a seal material 14. Here, the lens 15 is a front lens that constitutes the lens system of the reduction projection lens 4. Even at the interface at which the glass plate 13 and the liquid surface 12 come into contact, generation of interference

fringes from the difference in the refractive indices is possible, but by appropriately specifying the thickness of the liquid layer 12, it becomes easy to set up that interface in a region outside the depth of focus of the reduction projection lens 4, so the refractive index of the glass plate 13 can be set as desired.

Therefore, it is possible to use a glass plate 13 that has a refractive index that is most appropriate to the reduction projection lens 4. Note that focusing procedure of the reduction projection lens 4 in the case in which the glass plate 13 and the liquid layer 12 are passed through is achieved by performing control by moving the movable base 9 in the optical axis direction.

In the aforementioned way, the present invention is able to achieve the effect of reducing the generation of interference fringes produced mainly at the surface of the photoresist layer 6, and it is such that the following related benefits can also be obtained.

By using the liquid layer 12 which has been cleaned and temperature controlled, it is easy to make the effects of adherence of dust and dirt onto the wafer 5 and of temperature changes at the periphery, which are problems in terms of semiconductor processes, extremely small, and yield improvement can be pursued in semiconductor processes in which the formation of fine patterns is required.

The photoresist used in the embodiment discussed above is positive photoresist AZ1350J made by Shipley, and the photoresist layer 6 was formed by coating a thickness of approximately 1  $\mu\text{m}$  of this photoresist layer. The refractive index of this photoresist layer 6 for the light is approximately 1.65. In addition, for the liquid layer 12, two types, which are water with a refractive index of light of approximately 1.33 and benzene with the refractive index of light of approximately 1.50, were used. In addition, the glass plate 13 is a commonly used optical glass, and one with a thickness of approximately 2.3 mm was used. The refractive index for the light of this optical glass is approximately 1.5.

Note that present invention is able to prevent disturbance such as interference fringes, so it can also be applied as a high resolution, high accuracy fine pattern inspection apparatus.

Also, in semiconductor exposure apparatuses that adopt a system of detecting the position of the pattern on the wafer using a second lens optical system in addition to the main projection optical system in the semiconductor exposure apparatus, it is possible to prevent disturbance resulting from interference fringes attributable to the irregularity of the surface of the photoresist coated onto the wafer and to improve detection accuracy by applying the present invention to the lower end of the objective lens of the second lens optical system that opposes the wafer.

As explained above, to prevent erroneously detecting of the position of the pattern on the wafer resulting from interference fringes generated by irregularities in the film thickness of the photoresist layer coated onto the semiconductor substrate, high accuracy pattern superposition can be performed by using a configuration of an exposure apparatus that performs driving in a status in which the surface of the photoresist layer is covered using a liquid layer with a refractive index near the refractive index of the photoresist layer and an optically parallel and transparent glass plate provided on the lower end of the reduction projection lens is brought into contact with the liquid layer.

In addition, since the surface of the photoresist layer is covered by a cleaned liquid layer, it becomes easy to perform dustproofing countermeasures on the wafer. Moreover, since it is possible to use a liquid layer with a high thermal capacity, related effects such as it also being possible to easily prevent deformation etc. of the wafer with respect to external temperature changes can be achieved.

#### Brief Explanation of the Drawings

FIG. 1 is a schematic block diagram of an exposure apparatus resulting from the present invention.

- 1 light source
- 2 condenser lens
- 3 reticle
- 4 reduction projection lens
- 5 substrate (wafer)
- 6 photoresist layer
- 7 first pattern
- 8 position detection optical system
- 9 movable base
- 10 film thickness difference (irregularity)
- 11 half mirror
- 12 liquid layer
- 13 glass plate
- 14 seal plate
- 15 front lens

*continued from page 1*

---

(72) Inventor	HOSAKA, SUMIO Hitachi Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji- shi
(72) Inventor	TERASAWA, TSUNEO Hitachi Ltd. Central Research Laboratory 1-280 Higashikoigakubo, Kokubunji- shi



⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 昭58—202448

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和58年(1983)11月25日  
G 03 F 7/20 7124—2H 発明の数 1  
9/00 7124—2H 審査請求 未請求  
(全 4 頁)

⑭ 露光装置

⑮ 特 願 昭57—84784  
⑯ 出 願 昭57(1982)5月21日  
⑰ 発 明 者 河村喜雄  
国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内  
⑱ 発 明 者 高梨明紘  
国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内  
⑲ 発 明 者 国吉伸治

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内  
⑲ 発 明 者 黒崎利栄  
国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内  
⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 薄田利幸  
最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 露光装置

特許請求の範囲

1. 第1のパターンが設けられ、かつ、その上に感光剤層が形成された基板における上記第1のパターンをレンズ系を介して検出し、上記感光剤層を感光すべき第2のパターンと上記第1のパターンとの位置合せを行ない、上記感光剤を上記第2のパターンでもつて感光させる露光装置において、上記レンズ系と上記基板との間に光学的に透明な液体層を介在させ、かつ、上記レンズ系が光学的に平行で透明な板状部材を介して上記液体層と接する如く構成してなることを特徴とする露光装置。

発明の詳細な説明

本発明は、半導体集積回路等の製造工程で用いられる露光装置の改良に関するものである。

第1の微細パターンの描かれた半導体基板上のパターンを観察して、相対的な位置合わせを行なった後、第2のパターンを投影する半導体露光装

置において、観察すべき第1のパターンは凹凸を有する段差状の形状を成しており、その段差状のパターンの上に感光剤であるホトレジスト層が形成されている。しかし、このホトレジスト層は、観察すべき第1のパターンの凹凸に従って凹凸が生じてその延布厚さが均一でなくなり、観察光を照射すると半導体基板からの反射光と半導体基板への入射光とが相互に干渉して、レジスト層の膜厚差による干渉縞が生じ、観察光学上の障害となつている。

したがって、本発明の目的は、第1のパターンを有する基板上に形成されたホトレジスト層の膜厚の差によつて生じる干渉縞の影響を低減して第1のパターンの位置を高精度に検出し、第2のパターンを正確に露光する露光装置を提供することにある。

上記目的を達成するために本発明においては、第1のパターンが設けられ、かつ、その上に感光剤層が形成された基板における第1のパターンをレンズ系を介して検出し、感光剤層を感光すべき

第2のパターンと第1のパターンとの位置合せを行ない、感光剤層を第2のパターンでもつて感光させる露光装置において、レンズ系と基板との間に光学的に透明な液体層を介在させ、かつ、レンズ系が光学的に平行で透明な板状部材を介して液体層と接するようにして露光装置を構成したことを特徴としている。

かかる本発明の特徴的な構成により、ホトレジスト層の膜厚のムラに起因する干渉縞の影響を抑制することが可能となるため基板上のパターンの位置を正確に検出できる。その結果、高精度な露光が可能な露光装置を提供できるようになった。

以下、本発明を実施例を参照して詳細に説明する。

第1図は本発明による露光装置の基本構成を示したものである。露光装置は光源1、コンデンサレンズ2、拡大パターンの描かれたレティクル3、縮小投影レンズ4とから構成されており、レティクル3に描かれたパターンを基板である半導体ウェーハ5上に塗布された感光剤であるホトレジス

単波長光を用いることになる。単波長の光を用いて、透明なホトレジスト層6を通して第1のパターン7を検出する際には、ウェーハ5の表面からの反射光とウェーハ5への入射光とが互いに干渉しあつて、ホトレジスト層と空気層とのように屈折率の異なる媒体の接する境界面でホトレジスト層6の膜厚の差に応じた干渉縞を生じてしまう。この干渉縞は明暗の縞状となるため、第1のパターン7の輪郭と区別することが難しくなり、誤検出の原因となり、その結果、重ね合せ精度を劣化させる要因となるものである。特に、第1のパターン7の形状と完全に相似な形状のホトレジスト層6の膜厚差(凹凸)10が得られる場合には、干渉縞を用いて、第1のパターン7の位置を検出し、これからパターン位置を類推することも可能であるが、現実には、段差を有する第1のパターン7と相似な形状のホトレジスト層6の膜厚差(凹凸)10を得ることは不可能である。

そこで、本発明では上述のホトレジスト層6の膜厚差(凹凸)10による干渉縞の発生を低減し

ト層に投影することによつてウェーハ5に所望のパターンを形成するものである。

一般に、半導体素子は、種々の回路パターンを数回に渡つて、高精度に位置合わせを行ない重ね焼きして行く必要がある。重ね焼きを行なうためには、前もつて形成された第1のパターン7の位置を検出光学系8, 11によつて検出し、ウェーハ5の乗つた移動台9を駆動させ、ウェーハ5を所望の位置に位置決めして、レティクル3に形成された第2のパターンと正確に合わせて露光する。通常、上述の第1のパターン7は凹凸状の段差形状を成しているため、レティクル3の第2のパターンを露光するためのホトレジスト層6の表面形状も第1のパターン7の凹凸にならつて図示したように凹凸(膜厚差)10を生じる。

第1のパターン7の位置の検出光学系8, 11は、縮小投影レンズ4を通して第1のパターン7を検出する。一般に、露光装置に用いられる高解像度の縮小投影レンズは、単波長光用に設計されているため、検出光学系8, 11に使用する光も

て第1のパターン7の検出精度を向上させるため次の如く構成したものである。干渉縞の発生を低減させるためにはホトレジスト層6の屈折率とほぼ等しい屈折率を有する液体層12でホトレジスト層6の表面をおおうことによりホトレジスト層6の表面と液体層12との接する境界面における屈折率差が小さくなり、ホトレジスト層6の表面での干渉縞の発生が低減できる。ところが、静止状態では液体層12の表面は自由表面となるため平坦となるが、露光装置として用いる場合には、ウェーハ5を乗せた移動台9が高速にステップ・アンド・リピートするため、液体層12の表面は波打つてしまうという問題が生じる。そこで、液体層12の縮小投影レンズ4に対する面を常に平坦に保つために、本発明では、縮小投影レンズ4の下端に光学的に平行で透明なガラス板13を設けてある。ガラス板13は、常に、液体層12と接する状態を保っている。縮小投影レンズ4とガラス板13とはシール材14で仕切られている。ここで、レンズ15は縮小投影レンズ4のレンズ

系を構成するフロントレンズである。ガラス板13と液体層12との接する境界面でも屈折率の差から干渉縞の発生もあり得るが、液体層12の厚さを適当に規定することにより、その境界面を縮小投影レンズ4の焦点深度外の領域に設定することは容易であるので、ガラス板13の屈折率は任意にすることが可能である。

従つて、ガラス板13は縮小投影レンズ4に最適な屈折率を有するものが使用できる。なお、ガラス板13と液体層12とを介した場合の縮小投影レンズ4の焦点位置合わせは、移動台9を光軸方向に動かして制御することによつて達せられる。

上述のように本発明は、主にホトレジスト層6の表面に生じる干渉縞の発生を低減させるという効果が得られるものであるが、付随的に以下の利点も得られるものである。

用いる液体層12を清浄化した、温度制御した状態のものを用いることにより、現在、半導体プロセス上問題となつているウェーハ5上への塵埃の付着や、外周囲の温度変化の影響を極わめて小

半導体露光装置において、第2のレンズ光学系のウェーハに対面した対物レンズの下端に、本発明を応用することにより、ウェーハ上に塗布されたホトレジストの表面の凹凸に起因する干渉縞による外乱を防いで、検出精度を向上させることができる。

以上説明したごとく、半導体基板に塗布されたホトレジスト層の膜厚のムラによつて生じる干渉縞によるウェーハ上のパターンの位置を誤検出することを防ぐため、ホトレジスト層の屈折率に近い屈折率の液体層でホトレジスト層の表面をおおひ、かつ、縮小投影レンズの下端に設けた光学的に平行で透明なガラス板を液体層に接触させた状態で駆動する露光装置の構成とすることにより、高精度なパターンの重ね合わせが行なえるようになる。

また、清浄化された液体層でホトレジスト層の表面をおおひため、ウェーハ上への防塵対策が容易になる。さらには、熱容量の大きい液体層を用いることが可能であるため、外部の温度変化に対

さくすることが容易になり、微細化パターンの形成を要求される半導体プロセスにおける歩留りの向上が図れる。

上述した実施例において使用したホトレジストはShipley社のポジティブホトレジストAZ1350Jであり、このホトレジストを厚さ約1μmで塗布してホトレジスト層6を形成した。このホトレジスト層6の光の屈折率は約1.65である。また、液体層12は光の屈折率が約1.33の水、光の屈折率が約1.50のベンゼンの2種類を使用した。そして、ガラス板13は通常用いられている光学ガラスであり、その厚さは23mmのものを用いた。この光学ガラスの光の屈折率は約1.5である。

なお、本発明は、干渉縞等の外乱を防止できるため高分解能で、かつ、高精度な微細パターンの検査装置として応用することも可能である。

また、半導体露光装置における主たる投影光学系とは別に、第2のレンズ光学系を用いて、ウェーハ上のパターンの位置を検出する方式を取る半

するウェーハの変形等も容易に防ぐことが可能となるなどの付随的な効果も得られる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明による露光装置の概略構成図である。

1…光源、2…コンデンサレンズ、3…レティクル、4…縮小投影レンズ、5…基板(ウェーハ)、6…ホトレジスト層、7…第1のパターン、8…位置検出光学系、9…移動台、10…膜厚差(凹凸)、11…ハーフミラー、12…液体層、13…ガラス板、14…シール板、15…フロントレンズ。

代理人 弁理士 薄田利幸

第1頁の続き

⑦発明者 保坂純男

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内

⑧発明者 寺澤恒男

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内

